

POWERED BY **Dialog**

OBSERVATION OPTICAL SYSTEM**Publication Number:** 07-333551 (JP 7333551 A) , December 22, 1995**Inventors:**

- YAMAZAKI SHOICHI

Applicants

- CANON INC (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

Application Number: 06-130301 (JP 94130301) , June 13, 1994**International Class (IPC Edition 6):**

- G02B-027/02
- H04N-005/64

JAPIO Class:

- 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS--- Optical Equipment)
- 44.6 (COMMUNICATION--- Television)

JAPIO Keywords:

- R011 (LIQUID CRYSTALS)

Abstract:

PURPOSE: To miniaturize and thin an observation optical system leading a beam of an original image to an eye ball of an observer through a reflection optical system by providing a curved surface having total reflection action in the reflection optical system.

CONSTITUTION: An original image, a picture, or the like is displayed on a display means 4. A beam from the display means 4 is made incident on a first optical member 3a first of all, and is totally reflected by the total reflection surface 1 of the eye side of the first optical member 3a, and is reflected by a concave mirror 2 constituted of a half mirror facing a concave surface to the observer to be led to the eye after transmitting through the total reflection surface 1. Thus, the observer confirms the video of the display means 4 while superimposing on an outer scene. At this time, by imparting optical power to the concave mirror 2 by an azimuth angle in particular, eccentric aberration occurring due to the fact that the concave mirror 2 itself is eccentric is removed sufficiently. Further, the aberration occurring in the concave mirror 2 is also corrected by imparting the curved surface to the total reflection surface 1.

JAPIO

© 2004 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 5040951

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-333551

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 12 月 22 日

| (51) Int.Cl. ⁹ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|---------|--------|-----|--------|
| G 0 2 B 27/02 | Z | | | |
| H 0 4 N 5/64 | 5 1 1 A | | | |

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-130301

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 6 月 13 日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号

(72) 発明者 山▲崎▼ 章市

東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号キヤノ

ン株式会社内

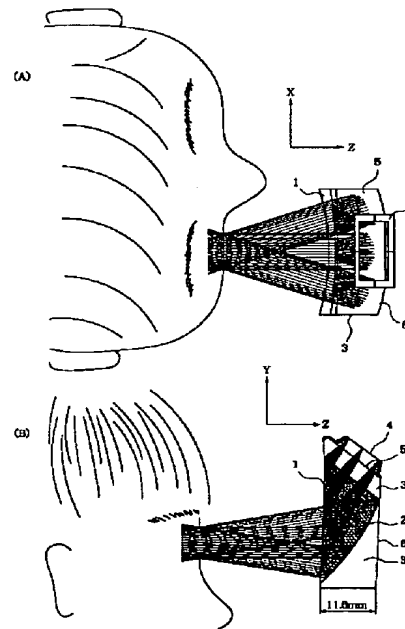
(74) 代理人 弁理士 丸島 儀一

(54) 【発明の名称】 観察光学系

(57) 【要約】

【目的】 L C D 等のオリジナル画像を観察者の眼球へ導く観察光学系の小型化、薄型化を図ること。

【構成】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を曲面にて眼球から離れる方向へ全反射させ、この全反射された光を反射面、特にアジマス角度の違いにより光学的パワーの異なる反射面で反射させ、前記曲線を透過させて眼球へ光を導くこと。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 オリジナル画像を反射光学系を介して観察者の眼球に光を導く観察光学系において、前記反射光学系中には全反射作用をする曲面を有することを特徴とする観察装置。

【請求項 2】 前記曲面は、眼球直前にあることを特徴とする請求項 1 の観察装置。

【請求項 3】 前記曲面は子線断面において負の屈折力を有することを特徴とする請求項 1 あるいは請求項 2 の観察装置。

【請求項 4】 前記曲面は、アジマス角度により光学的パワーが異なる面であることを特徴とする請求項 1 の観察装置。

【請求項 5】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を曲面にて眼球から離れる方向へ全反射させ、全反射された光を反射面にて眼球側へ反射させ、前記曲面を透過させて眼球へ光を導くことを特徴とする観察光学系。

【請求項 6】 前記曲面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき

$$|\alpha| \leq 20^\circ$$

なる式を満足することを特徴とする請求項 5 の観察光学系。

【請求項 7】 前記曲面は負の屈折力を有することを特徴とする請求項 5 の観察光学系。

【請求項 8】 前記曲面はアジマス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項 5 の観察光学系。

【請求項 9】 前記反射面はアジマス角度により光学的パワーが異なる面であることを特徴とする請求項 5 の観察光学系。

【請求項 10】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を全反射させる全反射面と、アジマス角度により光学的パワーの異なる反射面を介して眼球へ光を導くことを特徴とする観察光学系。

【請求項 11】 前記全反射面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき

$$|\alpha| \leq 20^\circ$$

なる式を満足することを特徴とする請求項 10 の観察光学系。

【請求項 12】 前記全反射面は子線断面において負の屈折力を有することを特徴とする請求項 10 の観察光学系。

【請求項 13】 前記反射面はアジマス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項 10 の観察光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、観察光学系に関し、特にヘッドアップディスプレイやメガネ型ディスプレイと

称せられる装置に好適な光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、CRT や LCD を観察者の頭部近傍に配置し、CRT 及び LCD が形成する像を観察できるようにした表示装置の提案がいくつかなされている。例えば USP 4081209 号、USP 4969724 号、特開昭 58-78116 号公報、特開平 2-297516 号公報、特開平 3-101709 号公報がある。

10 【0003】特開平 3-101709 号公報では原画像を再結像させる実像タイプの比較の見易い観察装置を開示している。しかしながら再結像させるための光学レンズを用いているためにかんがりの大型化が余儀なくされている。

【0004】一方、USP 4081209 号、USP 4969724 号、特開昭 58-78116 号公報、特開平 2-297516 号公報では見易さの点では若干劣るが小型化を図る上で有利な虚像を観察するタイプの観察装置を開示している。

20 【0005】

【発明が解決しようとする問題点】後者のタイプの観察装置では、確かに実像タイプに比べ小型化を図れるとはいえまだまだ十分とはいえなかった。先の先行技術の中で比較的小型化を図っている例として特開昭 58-78116 号公報があげられるがやはり目の光軸方向の厚みが厚くなっていた。又、観察される像に光学的歪み、非点収差、コマ収差等の発生することが記載されている。

【0006】本発明はかかる点に鑑みて小型、且つ薄型の観察光学系を提供することを目的とする。

30 【0007】又、収差発生が少ない観察光学系の提供を目的とする。

【0008】そしてかかる目的のもとで、本発明の特徴とするところは、オリジナル画像を反射光学系を介して観察者の眼球に光を導く観察光学系において、前記反射光学系中には全反射作用をする曲面を有すること、あるいは、オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を曲面にて眼球から離れる方向へ全反射させ、全反射された光を反射面にて眼球側へ反射させ、前記曲面を透過させて眼球へ光を導くようにしてあるい

40 は、オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、前記光を全反射させる全反射面と、アジマス角度により光学的パワーの異なる反射面を介して眼球へ光を導くことを特徴としている。

【0009】他の特徴的な事項は以下に示す実施例に開示されている。

【0010】

【実施例】まず図 6 をもとにして、本発明の基本となる表示光学系を説明する。4 は、オリジナル画像となる文字や絵等の映像表示がなされる表示手段で、例えば公知の液晶 (LCD) で構成される。3a は表示手段 1 から

の光を観察者の目へ導光させるための第1の光学部材、3bは第2の光学部材である。表示手段4からの光はまず第1の光学部材3aへ入射し、次に第1の光学部材の目側の全反射面1にて全反射されハーフミラーで構成される観察者凹面を向けた凹面ミラー2にて反射され先の全反射面2aを透過して目へ導かれるようになっている。

【0011】この様子を図1に示す。図1(A)は頭部、(B)は側頭部からみた光路図を各々示す。

【0012】このように観察者は表示手段4の映像が外の風景にスーパーインポーズされて確認することが可能となる。本実施例ではスーパーインポーズ装置として示しているが単なる映像表示をみるだけの装置としてもよい。尚この時凹面ミラーは鏡となる。

【0013】本実施例では後述の実施例を含めてかかる構成の下で光学系の厚さが10mm~15mm程度で極めて薄い小型の表示装置を達成している。又、視野面角が水平方向で $\pm 16.8^\circ$ 程、垂直方向で $\pm 11.4^\circ$ 程と広角視野を達成している。

【0014】そしてこのような小型化、そして広角化を図り、良好に光学性能を図れたことの要因として本実施例では観察者側の面を全反射面そして透過面として利用したこと、又凹面ミラー2bを目の光軸に対してかなり偏心させたことがあげられるが、これに加えて後述の数値実施例で示す如く全反射面を曲面、特にアジマス角度により光学のパワーの異なる曲面としたこと、あるいはこの凹面ミラー2にアジマス角度により光学のパワーを与えたことの各々の要素が大きく寄与している。

【0015】特に凹面ミラー2にアジマス角度により光学のパワーを与えたことで、凹面ミラー自体が偏心していることにより発生する偏心収差を十分に排除できるようにすることを可能とした。又、全反射面も同様に曲面を与えることで凹面ミラーで発生する収差を補正するようにしている。

【0016】さて今後光の折り畳み方向を母線方向、そしてこれと直交する方向を子線方向と呼ぶことにする。本実施例においては子線方向の面角を広くとるようにしているが、凹面ミラーが比較的強い正の屈折力を持っており収差が発生することになるがこの正のパワーにより発生する収差を、全反射面の子線断面において逆に負の光学のパワーを与えてこれを補正するようにしている。特に子線断面から見ると、表示素子側、あるいは観察者の目側から光路をたどってみると順に負の屈折力、正の屈折力(凹面ミラー)、負の屈折力と各面がその作用を果すことになるので、対象型の屈折力配置となり諸収差を除去しやすいパワー配置を採用している。

【0017】そして目の光軸方向に対する厚さを短縮させるには、光学系3を立てるように各要素を設定することが望ましく、具体的には図7を参照すると、全反射面1の面頂点における接線の、目の光軸と垂直な線に対す

る角度(チルト角)を α とするとときに

$$|\alpha| \leq 20^\circ$$

を満たすとよい。この範囲を越えることにより光軸方向の厚さが厚くなり大型化してしまうことになる。又、風景に対して映像をスーパーインポーズする場合には光学部材の傾きが大きくなり風景自体に歪みを与えてくるので好ましくない。

【0018】そしてより好ましくは

$$-15^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$$

を満たすとよい。下限をこえると眼球の光軸と平行な方向で薄くできるが、歪みが大きくなる。上限をこえると眼球の光軸と平行な方向の厚さが厚くなり、プリズム全体重量が重くなり、好ましくない。

【0019】尚、本実施例では全反射面が眼球側に凹面を向けていることから、外側の光入射面6もこれと実質同形状の曲面を与えて、風景が歪まないようにしている。

【0020】さて、次に凹面ミラー2は目の光軸に対してかなり偏心しており、この面で偏心収差が発生することになる。しかしながらこの偏心収差を取り除くべく全反射面し、そして凹面ミラー2を前述した通りアジマス角度により曲率が異なる面(トーリック面、あるいはアナモフィック面)を採用してこれらの偏心収差を良好に抑えるように工夫している。そして望ましくはこれらの面に非球面(トーリック非球面、あるいはアナモフィック非球面)を採用し極めて良好な光学性能を得ている。

【0021】光線の折り畳み方向を母線方向(y方向)、これと垂直な方向を子線方向(x方向)とした時に、アジマス角度の違いにより光学のパワーを異ならしめるように各面を設定するようにしているが、全系としてみた時各方向に対する近軸での焦点距離がほとんど一定、即ち母線方向断面、そして子線方向断面における各全系における近軸焦点距離を f_v 、 f_x とした時に

$$0.9 < |f_v/f_x| < 1.1$$

を満足させることが望ましい。

【0022】又、全反射面(あるいは透過面)または凹面ミラーは前述した通りアジマス角度の違いにより光学のパワーが異なるように設定して偏心収差を抑制するようになったが、各面の母線方向断面、そして子線方向断面における近軸曲線半径を各々 r_v 、 r_x とした時に

$$|r_x| < |r_v|$$

を満たすようにするとよい。

【0023】本実施例では母線方向が折り畳み方向で、小型を図るためにこの方向に凹面ミラー2が大きくチルト(偏心)しているので、この母線方向に対して偏心収差が子線方向に比べて多く発生する。これに対して母線方向断面における光学のパワーを子線方向の断面におけるパワーより弱く、即ち母線方向の近軸曲率半径を条件式に示す通り長くし、母線方向の偏心収差の発生を抑制するようにしている。

【0024】そして望ましくはこれらの曲率の関係を
 $|r_x/r_v| < 0.85$

を満たすように設定することが好ましい。この範囲を越え
 ると偏心収差の発生が目立って大きくなってしまふ。

【0025】尚、後で示す数値実施例2~4のように入
 射面5にアジマス角度の違いにより光学的パワーが異なる
 面を形成した時には先の条件式とは逆に

$$|r_x| > |r_v|$$

なる条件式を満たすことで偏心収差の発生を抑えること
 が可能となる。

【0026】そして更に収差を良好に補正するためには
 全反射面（あるいは透過面）1、そして凹面ミラー2の
 各々の子線方向断面における近軸曲率半径を r_{x2} 、 r_{x3}
 とした時、

$$-2.0 < 2f_x/r_{x2} < -0.1 \dots (a)$$

$$-2.5 < 2f_x/r_{x3} < -0.5 \dots (b)$$

なる条件の範囲で設定するとよい。

【0027】式(a)の下限を越えると子線方向の全反
 射面の曲率（負のパワー）がきつくなり、ディストーシ
 ョン補正が困難となる。式(b)の下限を越えると子線
 方向の凹面ミラーの曲率（正のパワー）がきつくなり非
 点収差補正が困難となる。一方、式(a)の上限を越え
 る子線方向の全反射面の曲率が正のパワーを持つ方向に
 なるので全反射条件を満たすことが困難となる。一方、
 式(b)の上限を越えると子線方向の凹面ミラーの正パ
 ワーが弱くなる方向で眼球の光軸と平行な方向の厚さが
 厚くなり大型化してしまい好ましくない。

【0028】又更に、母線方向の全系焦点距離を f_v 、
 全反射面の曲率半径を r_{v2} 、凹面ミラーの曲率半径を r_{v3}
 とした時、

$$-1.0 < 2f_v/r_{v2} < 0 \dots (c)$$

$$-2.5 < 2f_v/r_{v3} < -0.2 \dots (d)$$

を満たすように設定するとよい。

【0029】式(c)の下限を越えると母線方向の全反
 射面の負のパワーが強くなり、偏心ディストーションの
 補正がむずかしくなる。式(d)の下限を越えると母線
 方向の凹ミラーの凸パワーが強くなり、偏心非点収差の
 発生が大きくなる。式(c)の上限を越えると母線方向
 の全反射条件とからむもので、これを越えると全反射条
 件を満たすことが困難となる。式(d)は、母子線方向
 凹面ミラーのパワーに関するもので、上限を越えるとパ
 ワーが弱くなるので、母線方向に全長が延び大型化する
 傾向となる。

【0030】以上の説明は全反射面（あるいは透過面）
 1、そして凹面ミラー2を曲率を中心にして説明した
 が、本実施例では凹面ミラー2は、眼球の光軸より母線
 方向(y方向)でオリジナル画像側(+)へ平行偏心し
 ている(図7)。こうすることにより、母線方向での偏
 心ディストーションをも小さく抑えている。

【0031】該平行偏心のシフト量(眼球の光軸から、

凹面ミラーの面頂点までの母線方向での距離)をEとす
 ると(図7参照)

$$E \geq 2.5 \text{ mm}$$

を満たすよう平行偏心させることで、偏心ディストーシ
 ョンを抑制させることが可能となる。尚、後述する実施
 例1では、この偏心量Eの値が5.2mmとなっている
 が、他の実施例のようにこの量Eを大きくすることでよ
 り良好に収差補正を行うことが可能となりより望まし
 くは $E \geq 23 \text{ mm}$ とするとよい。

10 【0032】次に入射面5に着目して説明すると、図7
 に示す通り母線方向での表示手段であるオリジナル画像
 面と入射面のなす角度 β を

$$5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$$

を満たすように設定するとよい。下限を下回ると入射平
 面とオリジナル画像面が平行に近くなるので、眼球の光
 軸と平行な方向でオリジナル画像が厚くなり好ましくな
 い。逆に上限を越えるとオリジナル画像が、眼球の光軸
 と平行な方向に対し垂直となる。

【0033】本実施例においては、オリジナル画像を照
 明するのに不図示であるが、バックライトまたダイレク
 トな自然光照明を使うことを想定している。ここでオリ
 ジナル画像が、前述したように該光軸に対し垂直にな
 ると、ダイレクトな自然光照明を考えた際、どうしても自
 然光が効率よく得られにくくなって、反射光学系によ
 って得られる虚像の像が暗くなってしまふ。従って本実施
 例では自然光の強い昼などは自然光照明として、自然光
 のない夜などはバックライト照明と外の明るさを検知し
 て、自然光照明及びバックライト照明を選択的に使用し
 ている。

30 【0034】ところで、オリジナル画像が形成される表
 示手段4には液晶表示素子(LCD)を使用することに
 より装置全体の小型を図っているが、この時オリジナル
 画像の画像中心の光軸とオリジナル画像を射出する射出
 光の主光線(眼球を絞りとした時の絞り中心光束)のな
 す角度を γ (図7参照)は

$$|\gamma| \leq 10^\circ$$

を満たすとよい。これはオリジナル画像面を液晶デバイ
 スを使用する時に必要な条件である。一般的に液晶は見
 える視野角度が狭いため液晶に斜めに入射し、射出する
 ような光は消滅してしまふ。そこで液晶面に対し光をで
 きるだけ垂直に入射、射出させなければ明るい虚像は得
 られない。そこでこの条件式を満たすことで十分な明
 りな虚像が観察されるようになる。

【0035】さて、図2、図3、図4、図5は各々以下
 に示す数値実施例1、2、3、4の光学断面図を示して
 いる。図2では凹面ミラーと全反射面ともにトーリック
 非球面を使用している。図3は凹面ミラー、全反射面、
 光入射面全てにアナモフィック非球面を使用している。
 図4、図5でも全ての面にアナモフィック非球面を使用
 している。

【0036】尚、図3～図5に対応する数値実施例2～4ではより良好な収差補正を達成するために入射面5にも曲率を持たせている。

【0037】又、本実施例において光学部材として全てアクリルを使用しているが、ガラス材を用いてよいことは言うまでもない。

*【0038】次に本発明実施例の数値を以下に示す。尚TALはトーリック非球面、AALはアナモフィック非球面を示す。

【0039】TALの定義式は、

【0040】

*【外1】

$$z = \frac{y^2/r_n}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_i)(y/r_n)^2}} + A_i y^4 + B_i y^6 + C_i y^8 + D_i y^{10}$$

(iは面の番号)

AALの定義式は、

※【外2】

【0041】

※

$$z = \frac{y^2/r_{iy} + x^2/r_{ix}}{1 + \sqrt{1 - [(1 + k_{iy})(y/r_{iy})^2 + (1 + k_{ix})(x/r_{ix})^2]}}$$

$$+ AR_i \{(1 + AP_i) y^2 + (1 - AP_i) x^2\}^2 + BR_i \{(1 + BP_i) y^2 + (1 - BP_i) x^2\}^3$$

$$+ CR_i \{(1 + CP_i) y^2 + (1 - CP_i) x^2\}^4 + DR_i \{(1 + DP_i) y^2 + (1 - DP_i) x^2\}^5$$

(iは面の番号)

である。

【0042】各 A_i 、 B_i …は各々非球面係数である。

【0043】尚、以下に示す実施例では、少なくとも全反射面にアジムス角度によって屈折力が異なる面を採用

20 したが、この面を回転対象型球面あるいは非球面で構成することも可能である。

【0044】

【外3】

実施例1

| | r_{xi} [mm] (母線曲率半径) | r_{xi} [mm] (子線曲率半径) | y, z (面頂点座標) | | (母線方向チルト角度°) |
|-----|---------------------------|---------------------------|-------------------|-----|--------------|
| i=1 | ∞ | | (0,0) | | 0 |
| 2 | -548.019 | -74.077 | (-0.05, 19.80) | TAL | 0 |
| 3 | -57.595 | -40.526 | (5.10, 29.14) | TAL | -22 |
| 4 | -548.019 | -74.077 | (-0.05, 19.80) | TAL | 0 |
| 5 | ∞ | | (18.58, 28.07) | | 68.90 |
| 6 | ∞ | | (21.38, 29.15) | | 51.17 |

} プリズム内

| | K_1, K_4 | A_1, A_4 | B_1, B_4 | C_1, C_4 | D_1, D_4 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| (TAL2, 4) | 613.869 | -0.473E-5 | 0.326E-7 | -0.940E-10 | 0.991E-13 |

| | K_3 | A_3 | B_3 | C_3 | D_3 |
|--------|--------|----------|-----------|-----------|------------|
| (TAL3) | -1.360 | 0.345E-5 | -0.301E-7 | 0.944E-10 | -0.113E-12 |

| | | | |
|--------------|---------|----------|---------------|
| (プリズムd線屈折率) | 1.49171 | (母線焦点距離) | f_y 21.07mm |
| (プリズムd線アッベ数) | 57.4 | (子線焦点距離) | f_x 21.86mm |

(数値データ)

| | |
|-----------------------|--------------------|
| $\alpha = -1.8^\circ$ | $E = 5.2\text{mm}$ |
| $ f_y/f_x = 0.96$ | $\gamma = 1.36$ |
| $ r_x/r_y = 0.7$ | $\beta = 17.7$ |
| $2f_x/r_{12} = -0.59$ | |
| $2f_x/r_{13} = -1.08$ | |
| $2f_y/r_{12} = -0.08$ | |
| $2f_y/r_{13} = 0.73$ | |

実施例2

r_{y1} [mm] r_{x1} [mm] y, z
 (母線曲率半径) (子線曲率半径) (面頂点座標) (母線方向チルト角度°)

| | | | | |
|-----|-----------|----------------|----------------|------------|
| i=1 | ∞ | (0, 0) | 0 | |
| 2 | -2158.074 | -32.224 | (0.60, 19.83) | AAL -10.55 |
| 3 | -63.157 | -32.870 | (34.76, 30.90) | AAL 15.81 |
| 4 | -2158.074 | -32.224 | (0.60, 19.83) | AAL -10.55 |
| 5 | 72.108 | 1049.744 | (14.82, 29.00) | AAL 53.74 |
| 6 | ∞ | (17.03, 30.62) | 42.91 | |

プリズム内

| | | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| (AAL2, 4) | $K_{y1,1}$ | $K_{x1,1}$ | $AR_{1,1}$ | $BR_{1,1}$ | $CR_{1,1}$ | $DR_{1,1}$ |
| | -13763.5 | -3.896 | -0.170E-4 | 0.401E-7 | -0.154E-9 | 0.223E-12 |
| | | | $AP_{1,1}$ | $BP_{1,1}$ | $CP_{1,1}$ | $DP_{1,1}$ |
| | | | -0.245 | 0.416E-1 | 0.870E-1 | 0.203E-1 |

| | | | | | | |
|--------|----------|----------|-----------|----------|------------|-----------|
| (AAL3) | K_{y2} | K_{x2} | AR_2 | BR_2 | CR_2 | DR_2 |
| | 1.238 | 0.279 | -0.317E-5 | 0.248E-8 | -0.179E-11 | 0.608E-15 |
| | | | AP_2 | BP_2 | CP_2 | DP_2 |
| | | | 0.249 | 0.327E-2 | -0.192E-1 | 0.181E-1 |

| | | | | | | |
|--------|----------|----------|-----------|-----------|----------|------------|
| (AAL5) | K_{y3} | K_{x3} | AR_3 | BR_3 | CR_3 | DR_3 |
| | 6.285 | -1.33E-8 | -0.114E-4 | -0.402E-8 | 0.113E-8 | -0.411E-10 |
| | | | AP_3 | BP_3 | CP_3 | DP_3 |
| | | | 0.273E1 | 0.155E1 | 0.160E1 | -0.644 |

| | | | |
|--------------|---------|----------|------------------------|
| (プリズムd線屈折率) | 1.49171 | (母線焦点距離) | $f_y = 23.20\text{mm}$ |
| (プリズムd線アッベ数) | 57.4 | (子線焦点距離) | $f_x = 24.09\text{mm}$ |

| | | | |
|---------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| (数値データ) | $\alpha = -10.5^\circ$ | $2f_1/r_{y2} = -1.5$ | $2f_y/r_{y1} = -0.73$ |
| | $ f_y/f_x = 0.96$ | $2f_1/r_{x2} = -1.47$ | $E = 34.1\text{mm}$ |
| | $r_x/r_y = 0.52$ | $2f_y/r_{y2} = -0.02$ | $\gamma = 0.23^\circ$ |
| | | | $\beta = 10.8^\circ$ |

実施例 3

| $r_{\text{母}}$ (mm) (母線曲率半径) | $r_{\text{子}}$ (mm) (子線曲率半径) | y, z (面頂点座標) | (母線方向チルト角度°) | | | |
|---------------------------------|--|-----------------------------|---|--|---|---|
| $i=1$ | ∞ | (0, 0) | 0 | | | |
| 2 -3945.723 | -49.792 | (3.665, 20.415) | AAL | 0.04 | } プリズム内 | |
| 3 -67.136 | -38.803 | (36.403, 32.01) | AAL | 14.60 | | |
| 4 -3945.723 | -49.792 | (3.665, 20.415) | AAL | 0.04 | | |
| 5 123.302 | 843.030 | (19.610, 28.357) | AAL | 61.72 | | |
| 6 ∞ | | (22.402, 29.859) | | 52.54 | | |
| (AAL2, 4) | $K_{\text{母},4}$ 7202.73 | $K_{\text{子},4}$ -7.709 | $AR_{2,4}$ -0.142E-7 $AP_{2,4}$ -0.183 | $BR_{2,4}$ 0.379E-7 $BP_{2,4}$ 0.710E-1 | $CR_{2,4}$ -0.154E-9 $CP_{2,4}$ 0.514E-1 | $DR_{2,4}$ 0.198E-12 $DP_{2,4}$ 0.201E-1 |
| (AAL3) | $K_{\text{母},3}$ 1.066 | $K_{\text{子},3}$ 0.193 | AR_3 -0.222E-5 AP_3 0.390 | BR_3 0.321E-8 BP_3 0.586E-1 | CR_3 -0.188E-11 CP_3 -0.185E-1 | DR_3 0.461E-15 DP_3 -0.222E-1 |
| (AAL5) | $K_{\text{母},5}$ -85.544 | $K_{\text{子},5}$ -916252 | AR_5 -0.913E-6 AP_5 0.989E1 | CR_5 -0.204E-9 BP_5 0.128E1 | DR_5 0.117E-13 CP_5 0.128E2 | DP_5 -0.227E-10 DP_5 -0.952E-1 |
| (プリズム d 線屈折率) (プリズム d 線アッベ数) | 1.49171 57.4 | | (母線焦点距離) (子線焦点距離) | $f_y = 23.71\text{mm}$ $f_x = 23.70\text{mm}$ | | |
| (数値データ) | $\alpha = 0.05^\circ$ $ f_y/f_x = 1.0$ $ r_1/r_y = 0.58$ | | $2f_1/r_{\text{母}} = -0.95$ $2f_1/r_{\text{子}} = -1.22$ $2f_y/r_{\text{母}} = -0.01$ | | $2f_y/r_{\text{子}} = -0.71$ $E = 25.6\text{mm}$ $\gamma = 1.97^\circ$ $\beta = 15.5^\circ$ | |

実施例4

| r_n (mm) (母線曲率半径) | r_d (mm) (子線曲率半径) | y, z (面頂点座標) | (母線方向チルト角度°) | | | |
|------------------------|------------------------|----------------------|--|--|---|--|
| $i=1$ | ∞ | (0, 0) | 0 | } プリズム内 | | |
| 2 -3752.581 | -50.580 | (2.85, 23.13) | AAL | | | |
| 3 -66.938 | -38.651 | (36.37, 34.72) | AAL | | | |
| 4 -3752.581 | -50.580 | (2.85, 23.13) | AAL | | | |
| 5 306.125 | 1095.447 | (18.59, 31.48) | AAL | | | |
| 6 ∞ | | (21.46, 32.54) | | 51.20 | | |
| (AAL2, 4) | $K_{n,4}$ -33820.5 | $K_{d,4}$ -11.350 | $AR_{n,4}$ -0.144E-4 $AP_{n,4}$ -0.152 | $BR_{n,4}$ 0.398E-7 $BP_{n,4}$ 0.730E-1 | $CR_{n,4}$ -0.153E-9 $CP_{n,4}$ 0.494E-1 | $DR_{n,4}$ 0.201E-12 $DP_{n,4}$ 0.255E-1 |
| (AAL3) | $K_{n,3}$ 1.063 | $K_{d,3}$ 0.127 | $AR_{n,3}$ -0.225E-5 $AP_{n,3}$ 0.372 | $BR_{n,3}$ 0.316E-8 $BP_{n,3}$ 0.568E-1 | $CR_{n,3}$ -0.188E-11 $CP_{n,3}$ -0.168E-1 | $DR_{n,3}$ 0.474E-15 $DP_{n,3}$ -0.208E-1 |
| (AAL5) | $K_{n,5}$ 745.334 | $K_{d,5}$ -651374 | $AR_{n,5}$ -0.656E-6 $AP_{n,5}$ 0.837E1 | $BR_{n,5}$ 0.124E-8 $BP_{n,5}$ -0.273 | $CR_{n,5}$ 0.474E-12 $CP_{n,5}$ 0.563E1 | $DR_{n,5}$ -0.972E-11 $DP_{n,5}$ -0.538 |
| (プリズムd線屈折率) | 1.49171 | (母線焦点距離) | $f_y = 23.09\text{mm}$ | | | |
| (プリズムd線アッベ数) | 57.4 | (子線焦点距離) | $f_x = 23.09\text{mm}$ | | | |

数値データ

| | | |
|--------------------|--------------------|-----------------------|
| $\alpha = 0^\circ$ | $2f_1/r_d = -0.91$ | $2f_7/r_n = -0.69$ |
| $ f_y/f_x = 1.0$ | $2f_1/r_d = -1.19$ | $B = 33.5\text{mm}$ |
| $ r_1/r_7 = 0.58$ | $2f_7/r_n = -0.01$ | $\gamma = 1.52^\circ$ |
| | | $\beta = 18.6^\circ$ |

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、水平画角 $\pm 16.8^\circ$ 、垂直画角 $\pm 11.4^\circ$ と広視野画角（高拡大倍率）で、眼球の光軸と平行な方向で約10mm～15mmと極単に薄いメガネ型ディスプレイを開発できた。しかも明るく良好な光学性能を得ることができる。また凹面ミラーを半透過面とすることで風景を歪ませることなく、この風景に対して明るいオリジナル画像の虚像をスーパーインポーズすることが可能となる。

【0049】また本発明広視野画角に設定したが、もう

40 すこし狭視野画角に設定して、本発明を使用すれば厚さはもっと薄くすることが可能となる。というのは本発明の厚さは、画角の広さにより決まってくるものであるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に関する観察光学系における光路を示す図。

【図2】本発明に関する数値実施例1の観察光学系における断面及び光路を示す図。

【図3】本発明に関する数値実施例2の観察光学系における断面及び光路を示す図。

50

【図4】本発明に関する数値実施例3の観察光学系における断面及び光路を示す図。

【図5】本発明に関する数値実施例4の観察光学系における断面及び光路を示す図。

【図6】本発明に関する観察光学系の基礎となる光学断面図。

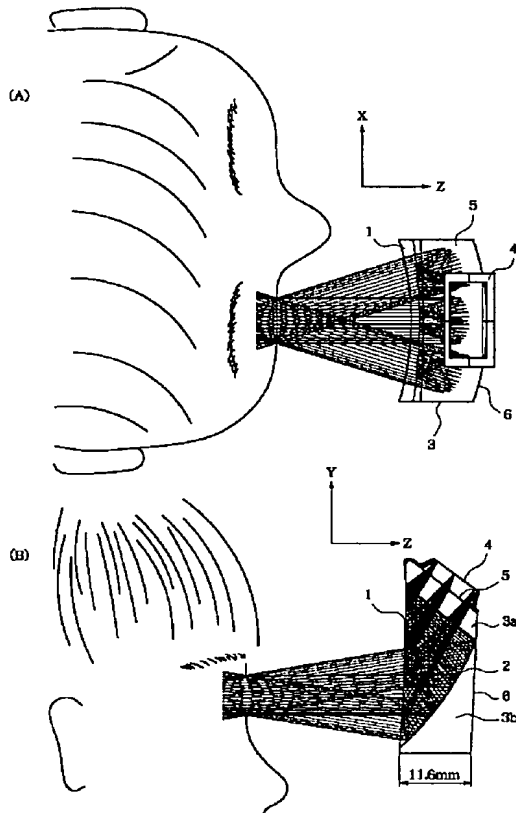
【図7】本発明に関する観察光学系の基礎となる光学断面図

* 面図。

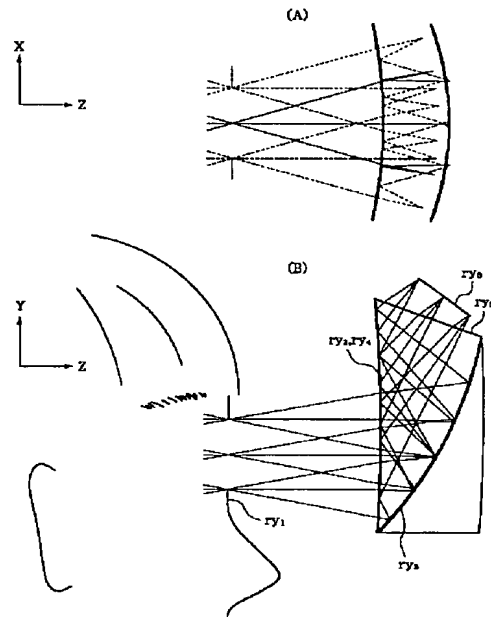
【符号の説明】

- 1 全反射面（あるいは透過面）
- 2 凹面ミラー
- 5 入射面
- 4 オリジナル画像を形成する表示手段

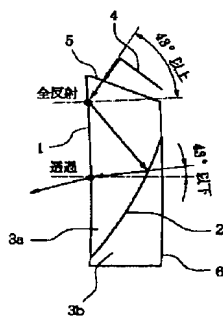
【図1】



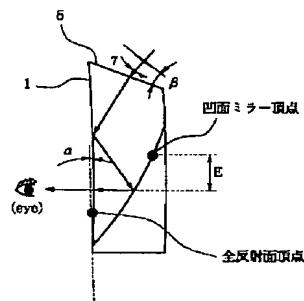
【図2】



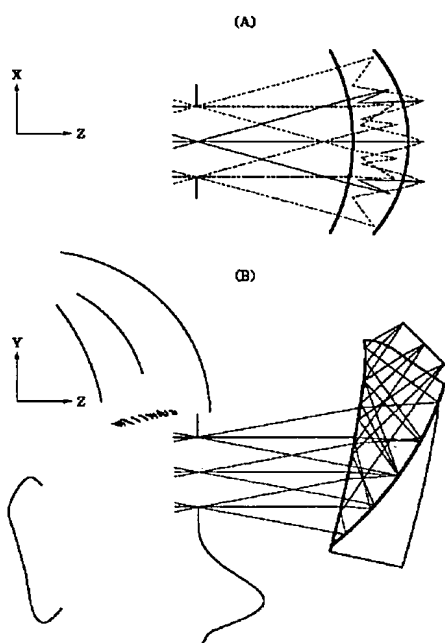
【図6】



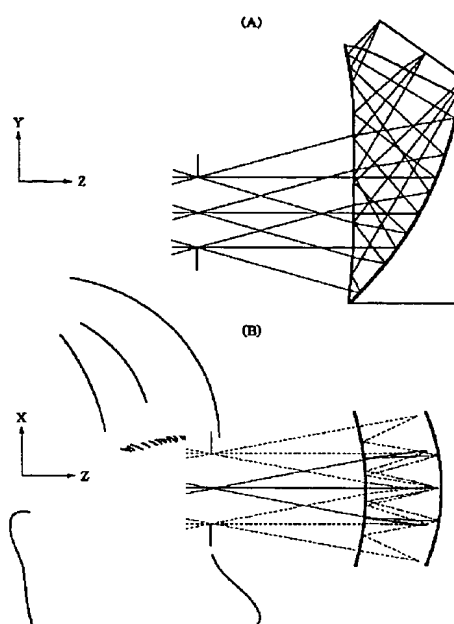
【図7】



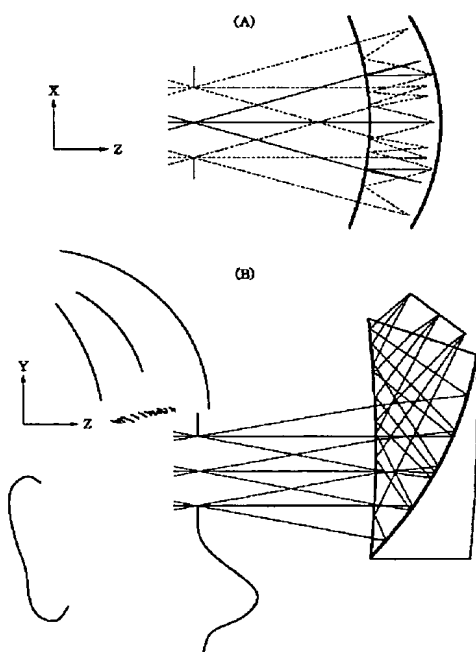
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 6 部門第 2 区分
 【発行日】平成 11 年（1999）12 月 14 日

【公開番号】特開平 7-333551
 【公開日】平成 7 年（1995）12 月 22 日
 【年通号数】公開特許公報 7-3336
 【出願番号】特願平 6-130301
 【国際特許分類第 6 版】

G02B 27/02
 H04N 5/64 511

【F I】

G02B 27/02 Z
 H04N 5/64 511 A

【手続補正書】

【提出日】平成 10 年 9 月 30 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、光路中、光を全反射する第 1 の曲面と、該第 1 の曲面で全反射される光を折り畳む第 2 の曲面を備え、前記第 1 の曲面を透過する光路を有することを特徴とする観察光学系。

【請求項 2】 前記第 1 の曲面は子線断面において負の光学的パワーを有することを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 3】 前記第 1 の曲面は子線断面において負の光学的パワーを有し、かつ前記第 2 の曲面は光を折り畳む凹面ミラー面である請求項 1 の観察光学系。

【請求項 4】 全系としてみた時、各方向に対する近軸での焦点距離がほとんど一定である請求項 1 の観察光学系。

【請求項 5】 前記第 1 の曲面はアジマス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 6】 前記第 2 の曲面はアジマス角度により光学的パワーが異なることを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 7】 前記第 1 の曲面、前記第 2 の曲面は各々アジマス角度により光学的パワーが異なることを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 8】 前記第 1 の曲面と前記第 2 の曲面はプリズム内の面として形成される請求項 1 の観察光学系。

【請求項 9】 前記第 1 の曲面は、眼球直前にあることを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 10】 前記第 1 の曲面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき $|\alpha| \leq 20^\circ$ なる式を満足することを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 11】 前記観察光学系の厚さが 10 mm ~ 15 mm である請求項 1 の観察光学系。

【請求項 12】 前記第 2 の曲面が、外側の風景の光入射面である請求項 1 の観察光学系。

【請求項 13】 前記観察光学系がメガネ型である請求項 1 の観察光学系。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】そしてこのような小型化、そして広角化を図り、良好に光学性能を図れたことの要因として本実施例では観察者側の面を全反射面そして透過面として利用したこと、又凹面ミラー 2を目の光軸に対してかなり偏心させたことがあげられるが、これに加えて後述の数値実施例で示す如く全反射面を曲面、特にアジマス角度により光学的パワーの異なる曲面としたこと、あるいはこの凹面ミラー 2 にアジマス角度により光学的パワーを与えたことの各々の要素が大きく寄与している。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】さて今後光の折り畳み方向を母線方向、そしてこれと直交する方向を子線方向と呼ぶことにする。本実施例においては子線方向の画角を広くとるようにしているが、凹面ミラーが比較的強い正の屈折力を持っており収差が発生することになるがこの正のパワーにより

発生する収差を、全反射面の子線断面において逆に負の光学的パワーを与えてこれを補正するようにしている。特に子線断面からみると、表示素子側、あるいは観察者の目側から光路をたどってみると順に負の屈折力、正の屈折力（凹面ミラー）、負の屈折力と各面がその作用を果すことになるので、対称型の屈折力配置となり諸収差を除去しやすいパワー配置を採用している。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】又、全反射面（あるいは透過面）または凹面ミラーは前述した通りアジムス角度の違いにより光学的パワーが異なるように設定して偏心収差を抑制するようになったが、各面の母線方向断面、そして子線方向断面における近軸曲率半径を各々 r_v 、 r_x とした時に

$|r_x| < |r_v|$

を満たすようにするとよい。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

*

*【補正方法】変更

【補正内容】

【0043】尚、以下に示す実施例では、少なくとも全反射面にアジムス角度によって屈折力が異なる面を採用したが、この面を回転対称型球面あるいは非球面で構成することも可能である。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正内容】

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、水平画角 $\pm 16.8^\circ$ 、垂直画角 $\pm 11.4^\circ$ と広視野画角（高拡大倍率）で、眼球の光軸と平行な方向で約 10mm～15mm と極端に薄いメガネ型ディスプレイを開発できた。しかも明るく良好な光学性能を得ることができる。また凹面ミラーを半透過面とすることで風景を歪ませることなく、この風景に対して明るいオリジナル画像の虚像をスーパーインボーズすることが可能となる。

【手続補正書】

【提出日】平成 10 年 12 月 2 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、光路中、光を全反射する第 1 の曲面と、該第 1 の曲面で全反射される光を反射する第 2 の曲面を備え、前記第 1 の曲面を透過する光路を有することを特徴とする観察光学系。

【請求項 2】 前記第 1 の曲面は子線断面において負の光学的パワーを有することを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 3】 前記第 1 の曲面は子線断面において負の光学的パワーを有し、かつ前記第 2 の曲面は光を反射する凹面ミラー面である請求項 1 の観察光学系。

【請求項 4】 全系としてみた時、各方向に対する近軸での焦点距離がほとんど一定である請求項 1 の観察光学系。

【請求項 5】 前記第 1 の曲面はアジムス角度により光学的パワーが異なる曲面であることを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 6】 前記第 2 の曲面はアジムス角度により光

学的パワーが異なることを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 7】 前記第 1 の曲面、前記第 2 の曲面は各々アジムス角度により光学的パワーが異なることを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 8】 前記第 1 の曲面と前記第 2 の曲面はプリズム内の面として形成される請求項 1 の観察光学系。

【請求項 9】 前記第 1 の曲面は、眼球直前にあることを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 10】 前記第 1 の曲面の面頂点における接線の目の光軸と垂直な線に対する角度を α とするとき

$|\alpha| \leq 20^\circ$

なる式を満足することを特徴とする請求項 1 の観察光学系。

【請求項 11】 前記観察光学系の厚さが 10mm～15mm である請求項 1 の観察光学系。

【請求項 12】 前記第 2 の曲面が、外側の風景の光入射面である請求項 1 の観察光学系。

【請求項 13】 前記観察光学系がメガネ型である請求項 1 の観察光学系。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正内容】

【0004】一方、USP4081209号、USP4969724号、特開昭58-78116号公報、特開平2-297516号公報では見易さの点では若干劣るが小型化を図る上で有利な虚像を観察するタイプの観察装置を開示している。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】そしてかかる目的のもとで、本発明は、オリジナル画像の光を眼球へ導く観察光学系において、光路中、光を全反射する第1の曲面と、該第1の曲面で全反射される光を反射する第2の曲面を備え、前記第1の曲面を透過する光路を有することを特徴としている。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【実施例】まず図6をもとにして、本発明の基本となる表示光学系を説明する。4は、オリジナル画像となる文字や絵等の映像表示がなされる表示手段で、例えば公知の液晶(LCD)で構成される。3aは表示手段4からの光を観察者の目へ導光させるための第1の光学部材、3bは第2の光学部材である。表示手段4からの光はまず第1の光学部材3aへ入射し、次に第1の光学部材の目側の全反射面1にて全反射されハーフミラーで構成される観察者凹面を向けた凹面ミラー2にて反射され先の全反射面2aを透過して目へ導かれるようになっている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】そしてこのような小型化、そして広角化を図り、良好に光学性能を図れたことの要因として本実施例では観察者側の面を全反射面そして透過面として利用したこと、又凹面ミラー2を目の光軸に対してかなり偏心させたことがあげられるが、これに加えて後述の数値実施例で示す如く全反射面を曲面、特にアジマス角度に

より光学的パワーの異なる曲面としたこと、あるいはこの凹面ミラー2にアジマス角度により異なる光学的パワーを与えたことの各々の要素が大きく寄与している。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】特に凹面ミラー2にアジマス角度により異なる光学的パワーを与えたことで、凹面ミラー自体が偏心していることにより発生する偏心収差を十分に取り除くようにすることを可能とした。又、全反射面も同様に曲面を与えることで凹面ミラーで発生する収差を補正するようにしている。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】本実施例では母線方向が折り畳み方向で、小型化を図るためにこの方向に凹面ミラー2が大きくチルト(偏心)しているので、この母線方向に対して偏心収差が子線方向に比べて多く発生する。これに対して母線方向断面における光学的パワーを子線方向の断面におけるパワーより弱く、即ち母線方向の近軸曲率半径を条件式に示す通り長くし、母線方向の偏心収差の発生を抑制するようにしている。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】式(c)の下限を越えると母線方向の全反射面の負のパワーが強くなり、偏心ディストーションの補正がむずかしくなる。式(d)の下限を越えると母線方向の凹ミラーの凸パワーが強くなり、偏心非点収差の発生が大きくなる。式(c)の上限を越えると母線方向の全反射条件とからむもので、これを越えると全反射条件を満たすことが困難となる。式(d)は、母線方向の凹面ミラーのパワーに関するもので、上限を越えるとパワーが弱くなるので、母線方向に全長が延び大型化する傾向となる。